

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **171 057** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
**G21B 1/00 (2006.01)**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 07.11.2017)  
Пошлина: учтена за 1 год с 11.04.2016 по 11.04.2017

(21)(22) Заявка: **2016114039**, 11.04.2016(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**11.04.2016**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **11.04.2016**(45) Опубликовано: **18.05.2017** Бюл. № **14**(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2213312 C2, 27.09.2003. RU  
2224328 C2, 20.02.2004. RU 2090466 C1,  
20.09.1997. US2008123795 A1, 29.05.2008.

Адрес для переписки:

**620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.**

(72) Автор(ы):

**Ташлыков Олег Леонидович (RU),  
Попов Александр Ильич (RU),  
Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)**

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УСКОРЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО  
РАЗМОРАЖИВАНИЯ ЖИДКОГО ЩЕЛОЧНОГО МЕТАЛЛА В ТРУБАХ РЕАКТОРОВ АЭС**

(57) Реферат:

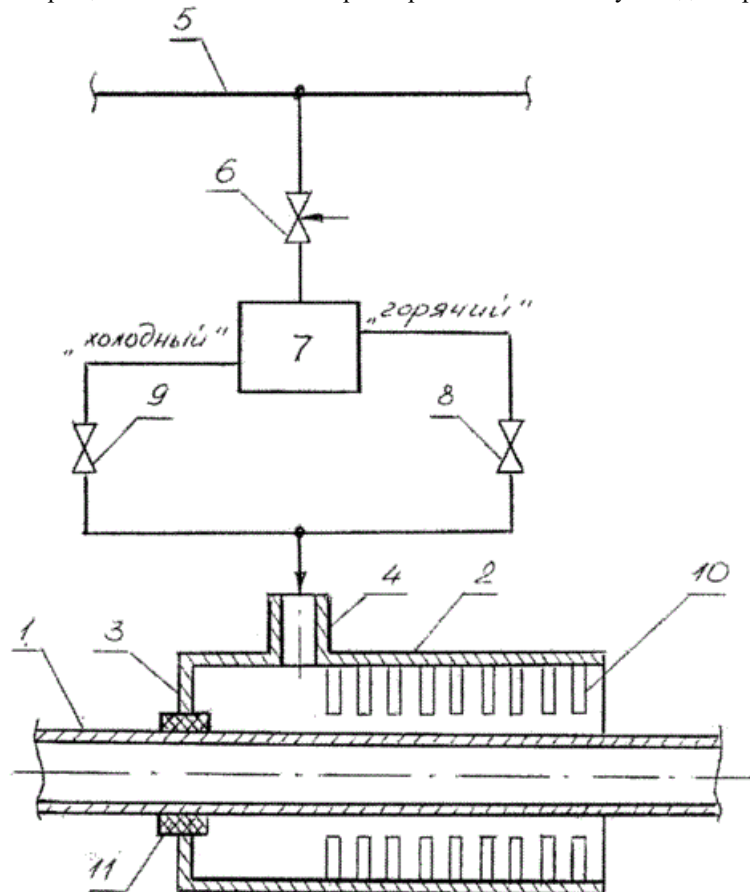
Назначение: управление температурой жидкого металла, например натрия, в трубах, подающих его в холодные ловушки, а также для оперативного создания ледяных пробок из натрия при аварийных ситуациях и устранения утечек из поврежденных труб.

Устройство содержит разъемный кожух, укрепляемый на трубе и содержащий торцевую крышку, завихрители воздуха и входной патрубок, который через проходные вентили подключен к выходам вихревой трубы «горячий» и «холодный», а вход вихревой трубы через регулирующий вентиль соединен с магистралью сжатого воздуха.

В зависимости от объема подаваемого сжатого воздуха через регулирующий вентиль с выходов вихревой трубы получают воздух заданной температуры, омывающий поверхность трубы и создающий для натрия необходимый температурный режим, в том числе его заморозку.

Завихрители позволяют уменьшить объем подаваемого сжатого воздуха и уменьшить длину кожуха, а разъемные эластичные уплотнители в торцевой крышке

сокращают количество типоразмеров съемных кожухов для труб разного диаметра.



Полезная модель относится к устройствам для очистки жидких щелочных металлов, например натрия, от примесей в охлаждаемых ловушках и кристаллизаторах-накопителях ядерных реакторов путем регулирования температуры в подающем металл трубопроводе, а также для замораживания жидкого металла и создания ледяных пробок из него, при необходимости остановки движения металла в трубах, требующих аварийного ремонта.

Известны различные устройства аналогичного назначения, например «Охлаждаемая ловушка» по патенту СССР №291526, МПК G21C 15/02, авторов Жан-Пьер Ле Жанну и Ноэль Лион. Заявитель «Комиссариата Л'Энержи Атомик» (Франция), [1].

Данное устройство содержит корпус с крышкой и дном, змеевик для охлаждающей жидкости, трубу для подачи жидкого металла, фильтр и теплоизоляционное покрытие.

Жидкий металл, подлежащий очистке от примесей, охлаждается в системе теплообмена до температуры насыщения, при которой появляются кристаллы, захватывающие примеси, охлаждающиеся в фильтре.

Недостатком данного устройства является его низкая эффективность, которую можно повысить, если предварительно регулировать температуру жидкого металла в подающей трубе.

Известно «Устройство для очистки жидкометаллических теплоносителей от кристаллических примесей» авторов Басова Ю.П., Волчкова Л.Г. и др. по изобретению СССР №510263, МПК B03C 1/06 [2].

Данное устройство содержит входной для натрия патрубок, корпус с охлаждающим устройством, фильтр, нагреватель, индуктор электромагнитного поля для вращения жидкого натрия и движения его по винтовой линии к дну корпуса, где и проходит кристаллизация. Нагреватель поддерживает повышенную температуру в центре для выхода очищенного фильтром металла.

В данном устройстве сложно управлять процессом кристаллизации жидкого металла. Повысить его эффективность представляется возможным, если в подающей металл трубе, соединенной с входным патрубком устройства, предварительно отрегулировать температуру, установив ее на требуемый параметр.

Это объясняется принципом действия холодных ловушек, основанным на использовании температурной зависимости растворимости примесей в теплоносителях [3]. Жидкометаллические теплоносители ЯЭУ: очистка от примесей и их контроль / Ф.А. Козлов, Л.Г. Волчков и др. М.: Энергоатомиздат, 1983, с. 63.

В данной работе указывается, что растворимость практически всех веществ в натрии и системе натрий-калий уменьшается с падением температуры и теплоноситель должен охлаждаться до температуры, близкой к температуре его плавления. В этих условиях происходит кристаллизация примесей и их осаждение.

Наиболее близкой по технической сути к заявленному устройству является быстросъемный цилиндрический элемент (кожух) с патрубком подвода сжатого воздуха, устанавливаемый на охлаждаемый участок трубопровода [4]. О.Л. Ташлыков, С.Е. Щеклеин. Моделирование процесса замораживания натрия при техническом обслуживании и ремонте реакторных установок на быстрых нейтронах. Известия вузов. Ядерная энергетика. №2, 2013 г., с. 23-26 (Копия, приложение к настоящей заявке на полезную модель).

Данная конструкция содержит съемный кожух, состоящий из двух или более частей, патрубок для ввода сжатого воздуха из магистрали. Воздух распределяется внутри кожуха, надетого на трубу, и охлаждает поверхность трубы.

Недостатками данной конструкции являются низкая скорость охлаждения поверхности трубы с протекающим в ней металлом до процесса создания ледяной пробки и невозможность быстро размораживать застывший охлажденный металл. Установка данной конструкции на трубопровод, подающий натрий в холодные ловушки, также малоэффективна, так как не позволяет регулировать температуру металла в трубе одновременно по параметрам разогрева либо расхолаживания.

Задачей настоящей полезной модели является создание устройства комплексно влияющего на температурные параметры натрия в подающих трубах ЯЭУ и создающего необходимые температурные режимы, управляя как охлаждением, так и процессом быстрого разогрева металла.

Технические преимущества заявленного объекта по сравнению с известными заключаются в следующем:

- значительно сокращено время заморозки и создания ледяной пробки в подающих трубах ЯЭУ, что позволит избежать утечки натрия и возможных аварий;
- значительно сокращено время разморозки труб и ввод их в эксплуатацию, в том числе после ремонта или частичной замены труб;
- обеспечен процесс регулирования температуры в трубах, подающих натрий в холодные ловушки, что обеспечит повышение их эффективности при осаждении примесей в металле.

Технические преимущества выражаются в следующих отличительных признаках: между магистралью сжатого воздуха, который всегда имеется на АЭС, и кожухом подключен через регулирующий вентиль вход вихревой трубы Ранка-Хирша, а ее «холодный» и «горячий» выходы через проходные вентили соединены с патрубком кожуха, размещенного на подающей натрий трубе.

Технические преимущества выражаются также в том, что в разъемном кожухе размещены завихрители воздуха, увеличивающие время контакта воздуха с поверхностью трубы. Кроме того, в торцевой крышке кожуха установлен эластичный уплотнитель, что позволяет использовать данные съемные кожухи для труб разного диаметра.

В результате поиска по источникам патентной и научно-технической информации совокупность признаков, характеризующая предложенное «Устройство для ускоренного замораживания и последующего размораживания жидкого щелочного металла в трубах АЭС» не была обнаружена, таким образом, предлагаемое техническое решение соответствует, по нашему мнению, критерию «новое».

На основании сравнительного анализа предложенного решения с известным уровнем техники можно утверждать, что между совокупностью отличительных признаков, выполняемых ими функций и достигаемой задачи предложенное техническое решение не следует явным образом из уровня техники, следовательно, по нашему мнению, соответствует критерию охраноспособности «изобретательский уровень».

Предложенное техническое решение может найти широкое применение на АЭС как для ликвидации аварий на дефектных трубах, так и в подающих трубопроводах холодных ловушек для увеличения их эффективности.

Конструкция предложенного устройства изображена на чертеже. Устройство содержит устанавливаемый на подающую натрий трубу 1 кожух 2, имеющий торцевую крышку 3 и входной патрубок 4. К магистрали 5 сжатого воздуха через регулирующий вентиль 6 подключен вход вихревой трубы 7, «горячий» выход которой через проходной вентиль 8, а «холодный» выход через проходной вентиль 9 подключены к патрубку кожуха. Внутри кожуха установлены завихрители воздуха 10, а в торцевую крышку введен эластичный уплотнитель 11.

Устройство работает следующим образом. Разъемный кожух 2, состоящий, например, из двух одинаковых половинок, устанавливается на участке трубы, подающей натрий в охлаждаемую ловушку, задерживающую примеси в жидкометаллическом теплоносителе, или устанавливается на участке трубы, требующей замены или проведения ремонтных работ.

При охлаждении или замораживании жидкого натрия в трубе открывают вентиль 9 и регулирующий вентиль 6, подающий из магистрали 5 сжатый воздух в вихревую трубу 7. Вентиль 8 при этом закрыт. Воздух с выхода «холодный» вихревой трубы через вентиль 9 и патрубок 4 попадает вовнутрь кожуха и омывает ее.

Принцип действия вихревых труб Ранка-Хирша известен, например Белостокский Ю.Г. Вихревая труба. Патент РФ №2170892 [5], МПК F25B 9/02, также: Добрянский В.Л., Зарецкий Я.В. и др. Вихревая труба. Патент РФ №2170891, МПК F25B 9/02 [6].

Вихревые трубы, выпускаемые промышленностью, можно подобрать из статьи «Рукотворный смерч - экологически чистый источник холода» [Электронный ресурс]: [www.metodolig.ru/node/1423](http://www.metodolig.ru/node/1423).

Регулируя вентилем 6 подачу необходимого объема сжатого воздуха из магистрали, представляется возможным регулировать температуру охлаждения или температуру замораживания жидкого натрия в трубе.

Для увеличения времени контакта воздуха с поверхностью трубы введен завихритель 10, выполненный либо в виде частей винтовой перегородки, или в виде сетки штырей, что позволяет экономить объем подаваемого воздуха и сократить длину кожуха, устанавливаемого на трубе с натрием.

Для того чтобы уменьшить количество кожухов, устанавливаемых на трубах разных диаметров, торцевая крышка, например, из двух половинок выполняется с отверстием под трубу большего диаметра, а при установке кожуха на трубу меньшего диаметра используется эластичный уплотнитель 11, выполненный также, например, из двух полуколец или в виде набивки из другого материала.

При необходимости повышения температуры в трубе или ускоренного размораживания пробки из твердого натрия закрывается вентиль 9 и открывается вентиль 8.

Сжатый воздух из магистрали 5 через частично или полностью открытый регулирующий вентиль 6 подается на вихревую трубу 7, а с ее выхода «горячий» через вентиль 8 и патрубок 4 поступает в кожух 2, омывая теплым или горячим воздухом поверхность трубы 1 с натрием.

Использование предлагаемого устройства на АЭС, располагающих всегда магистралью сжатого воздуха и его резервными накопителями в баллонах, позволяет упростить процесс регулирования температуры в трубах, подающих жидкий натрий в охлаждаемые ловушки, кристаллизаторы-накопители, а также создавать твердые ледяные пробки из натрия, с целью предотвращения аварий и утечек натрия из труб, требующих ремонта (трещины, свищи) или их замену.

#### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Жан-Пьер Ле Жанну, Ноэль Лион. Охлаждаемая ловушка. Патент СССР №291526, МПК G21C 15/02. Заявитель: «Комиссариата Л'Энержи Атомик» (Франция) (аналог).

2. Басов Ю.П., Волчков Л.Г. и др. Устройство очистки жидкометаллических теплоносителей от кристаллизующихся примесей. Авторское свидетельство СССР №510263, МПК B03C 1/06 (аналог).

3. Козлов Ф.А., Волчков Л.Г. и др. Жидкометаллические теплоносители ЯЭУ: очистка от примесей и их контроль. М., Энергоатомиздат, 1983, с. 63.

4. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е. Моделирование процесса замораживания натрия при техническом обслуживании и ремонте реакторных установок на быстрых нейтронах. Известия вузов. Ядерная энергетика. № 2, 2013, с. 23-26. (прототип).

5. Белостоцкий Ю.Г. Вихревая труба. Патент РФ №2170892, МПК F25B 9/02.

6. Добрянский В.Л., Зарецкий Я.В. и др. Вихревая труба. Патент РФ №2170891, МПК F25B 9/02.

7. Рукотворный смерч - экологически чистый источник холода [Электронный ресурс]: [www.metodolig.ru/node/1423](http://www.metodolig.ru/node/1423).

#### Формула полезной модели

1. Устройство для ускоренного замораживания и последующего размораживания жидкого щелочного металла в трубах реакторов АЭС, содержащее устанавливаемый на подающей трубе разъемный кожух с торцевой крышкой и патрубком для подвода сжатого воздуха, отличающееся тем, что дополнительно введены регулирующий вентиль для подключения к источнику сжатого воздуха, проходные вентили и вихревая труба Ранка-Хирша, причем ее вход подключен к регулируемому вентилю, выходы горячего и холодного воздуха вихревой трубы через проходные вентили соединены с патрубком кожуха, а в разъемном кожухе установлены завихрители потока воздуха.

2. Устройство для ускоренного замораживания и последующего размораживания жидкого щелочного металла в трубах реакторов АЭС по п. 1, отличающееся тем, что между торцевой крышкой разъемного кожуха и подающей трубой с щелочным металлом установлен разъемный эластичный уплотнитель.

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ УСКОРЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ И  
ПОСЛЕДУЮЩЕГО РАЗМОРАЖИВАНИЯ ЖИДКОГО  
ЩЕЛОЧНОГО МЕТАЛЛА В ТРУБАХ РЕАКТОРОВ АЭС**

